



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
DR. ISMAEL COSIO VILLEGAS

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN NUEVO MÉTODO
OBJETIVO Y OTRO SUBJETIVO PARA EVALUAR LA
AUDICIÓN CON IMPLANTE COCLEAR.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE
CABEZA Y CUELLO

P R E S E N T A
DR. IVAN HERMANN SCHOBERT
CAPETILLO

Asesor: Dr. Antonio Soda Merhy
Coasesor: Dra. Carmen Tirado Gutiérrez
Coasesor: Dra. Lisette Cristerna Sánchez



México, D.F.

Agosto 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dr. Antonio Soda Merhy
Profesor Titular del curso Otorrinolaringología INER
Asesor de Tesis

Dr. Arturo Ramírez García
Profesor Adjunto del curso de Otorrinolaringología INER

Dra. Carmen Tirado Gutiérrez
Médico Adscrito al servicio de Audiología INER
Co-asesor de Tesis

Dra. Lisette Cristerna Sánchez
Médico Adscrito al Servicio de Otorrinolaringología INER
Co-asesor de Tesis

Dr. Jorge Salas Hernández
Director de Enseñanza

DEDICATORIA

A REGINA

Tu llegada a esta familia marca el inicio de una nueva generación que con amor y dedicación, será tan exitosa como lo han sido el resto. ¡Bienvenida a esta maravillosa familia!

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, a quienes debo todo lo que soy, por la confianza que siempre me han hecho sentir y el apoyo incondicional para poder alcanzar todos mis objetivos y sueños.

A mis hermanas Tabata y Brenda quienes con su gran cariño y apoyo, han compartido prácticamente todos los días de mi vida.

A mi novia Laura, que gracias al amor y apoyo que me ha dado día con día, ha hecho de la residencia y de mi vida, una experiencia inolvidable.

Al Dr. Soda, por darme la oportunidad de ser parte este instituto, por compartir conmigo su experiencia, y sobre todo, por la confianza depositada en mi.

A mis maestros, Dra. Cristerna, Dra. Sanchez, Dra. Tirado, Dra. Carranco, Dr. Ramírez, Dr. Jiménez, Dr. Tona, Dr. Dávila, Dr. Castorena y Dr. Hernández, por sus invaluable enseñanzas que me acompañarán en el ejercicio de la otorrinolaringología el resto de mi vida.

A mis grandes amigos, Daniel y Rosd Berto, con quienes las experiencias de la residencia compartidas tanto dentro, como fuera del hospital, son imposibles de mencionar en un par de renglones.

Al Ingeniero Juan Manuel Cornejo por su esfuerzo y dedicación para realizar este proyecto.

A Horacio por su amistad, ayuda, tolerancia, y por ser un gran compañero todos los días.

A Inge y Mario por su gran amistad, apoyo y enseñanzas durante estos 4 años en los que compartimos una de las etapas más duras pero también más valiosas de nuestra vida.

A mis compañeros de la especialidad, Santillan, Fernando, Ivette, Nidia, Yuria, Iohannan, Rosalba, Gabriel, Karen, Karla, Jaime, Jenny, Ivan, Raúl, Talayero, Erika, Mario y Jesús, por su amistad y todas las experiencias vividas durante el tiempo que compartimos de Residencia.

Al resto del personal del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias que de alguna forma ayudaron a mi formación, ya que considero que en este hospital encontré la mejor residencia en Otorrinolaringología en México.

A Dios, quien es el que me ha puesto en este afortunado camino y quien me ha rodeado de todas estas personas

INDICE

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. JUSTIFICACIÓN	5
III. HIPOTESIS	5
IV. OBJETIVO	5
V. MATERIALES Y MÉTODOS	6
VI. RESULTADOS	9
VII. DISCUSIÓN	14
VIII. CONCLUSIÓN	17
IV. ANEXOS	18
X. BIBLIOGRAFIA	22

RESUMEN

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN NUEVO METODO OBJETIVO Y OTRO SUBJETIVO PARA EVALUAR LA AUDICIÓN CON IMPLANTE COCLEAR”

INTRODUCCIÓN: La evaluación, programación y rehabilitación auditiva de los pacientes con implante coclear ha sido un reto para el otorrinolaringólogo y el médico audiólogo desde que esta opción terapéutica esta al alcance de los pacientes con hipoacusia sensorineural profunda bilateral. Existen diversos métodos objetivos y subjetivos para determinar el adecuado funcionamiento de este dispositivo, sin embargo ninguno ha probado ser el ideal para establecer el umbral auditivo por frecuencia que alcanza el paciente postimplantado. La mayoría de los pacientes que hoy en día son implantados, son niños, lo cual dificulta aún más la evaluación y reproducibilidad de los estudios. En el INER-ICV en conjunto con la UAM hemos desarrollado un método nuevo objetivo para valorar la audición real por frecuencia en pacientes con implante coclear que consiste en la obtención de umbrales auditivos por medio del registro de la actividad eléctrica en el EEG a través de estímulos con tonos puros.

OBJETIVO: Determinar si existe correlación al comparar la audiometría obtenida por el nuevo método objetivo, con respecto al obtenido por el método subjetivo tradicional en pacientes postoperados de colocación implante coclear.

MATERIALES Y MÉTODOS: Se estudiaron 26 pacientes con implante coclear a los cuales se les realizó una audiometría por el método convencional de campo libre y una audiometría por medio del registro potenciales eléctricos a través del EEG en sueño fisiológico. En 5 pacientes se realizaron nuevamente mediciones posterior al cambio en la programación de su implante, obteniéndose así 31 pares de mediciones. En todos los casos se evaluaron las frecuencias de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz y se registraron los umbrales de intensidad expresados en dB. Finalmente se hizo un análisis univariado de la población estudiada y se realizó una correlación por el método de Pearson entre las audiometrías obtenidas por ambos métodos. Tipo de estudio: Investigación clínica, observacional, descriptivo, transversal y retrolectivo.

RESULTADOS: Se estudiaron 26 pacientes, 14 hombres (54%) y 12 mujeres (46%), de los cuales fueron 20 niños (76.92%) y 6 adultos (23.1%), con un promedio de edad de 11.81 años, con una desviación estándar de 12.5, mínima de 1 año y máxima de 50 años. Se implantaron 23 pacientes en el oído derecho (88.5%) y 3 en el oído izquierdo (11.5%). Se colocaron Implantes cocleares de la marca Cochlear Corporación® en 21 pacientes, Advance Bionics® en 4, y Med-El ® en 1 paciente. Los coeficientes de correlación obtenidos por el método de Pearson con nivel de significancia de $p < 0.5$ fueron de $r = 0.28$ para 250 Hz, $r = 0.50$ para 500 Hz, $r = 0.36$ para 1000 Hz, $r = 0.51$ para 2000 Hz, y $r = 0.49$ para 4000 Hz.

CONCLUSION: Poder establecer la audición real de los pacientes tratados con la colocación de un implante coclear, continua siendo un reto para el personal médico encargado del manejo y rehabilitación de estos pacientes. El método conductual de obtención de una audiometría por campo libre, hasta hoy, sigue siendo el estándar de oro para valorar el umbral auditivo por frecuencia en estos pacientes. Se requieren de más estudios para poder establecer la validez de este nuevo método, que en un futuro, podría sustituir la audiometría de campo libre.

I. INTRODUCCIÓN

Los Implantes cocleares (IC) son, en la actualidad, un opción terapéutica eficaz para las personas que presentan hipoacusia sensorineural profunda y que no tienen adecuada ganancia con el uso de auxiliares auditivos. El adecuado mapa que le realice el médico audiólogo, permitirá al paciente usuario del implante, aumentar las oportunidades de éxito para la rehabilitación auditiva. En el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas (INER-ICV) hasta julio del 2009, se han implantado 120 pacientes, de los cuales 91 son niños. Esto dificulta la determinación del umbral auditivo postoperatorio por medio de estudios conductuales subjetivos como la audiometría de campo libre, la cual requiere de cooperación por parte del paciente. Existen métodos objetivos descritos para la medición del adecuado funcionamiento de IC, sin embargo, tienen limitaciones importantes¹. Actualmente se ha desarrollado un método objetivo para la obtención del umbral auditivo en forma frecuencial, por medio del registro de estímulos eléctricos en el Electroencefalograma (EEG) en respuesta a la estimulación del IC. Este nuevo método será evaluado en este estudio y comparado con uno de los métodos subjetivos tradicionalmente utilizados.

En México, 1 de cada 200 niños padecen de hipoacusia profunda bilateral y cada año nacen aproximadamente 4000 niños con esta patología. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) del 2005 al 2006, por cada 1000 nacidos vivos en el mundo, 3 presentan algún grado de hipoacusia. Debido a esta frecuencia, y al impacto en la calidad de vida, es importante la detección temprana de este déficit con el fin de ofrecer un tratamiento oportuno.²

El implante coclear (IC), es la mejor opción terapéutica en pacientes con hipoacusia sensorineural profunda bilateral. Desde su aprobación por la FDA, aproximadamente 180 000 pacientes se han beneficiado en todo el mundo con el uso de este dispositivo.³ En México se han implantado aproximadamente 1 680 pacientes y sus alcances van desde la simple capacidad de percepción de sonidos con una mejoría notoria en la calidad de vida, la adquisición de lenguaje en pacientes pediátricos prelinguales, y hasta la obtención nuevamente de la capacidad auditiva y verbal total en adultos postlinguales.

Tendiendo en cuenta esto, cabe señalar que la mayoría de los pacientes implantados en la actualidad son niños, y por lo tanto la monitorización del buen funcionamiento del IC es más difícil por la falta de cooperación de esta población. Sabemos también que otros factores como la edad a la que es implantado el paciente prelingual, la plasticidad neural de cada paciente, la adecuada terapia de lenguaje pre y post colocación del implante, así como el ajuste continuo del dispositivo por el parte del médico audiólogo, determinan la adecuada ganancia y el buen pronóstico para la adquisición de lenguaje de los implantados prelinguales y la rehabilitación auditivo-verbal en implantados postlinguales.⁴ La evaluación exacta de la audición en pacientes post implantados ha sido un reto desde que esta opción terapéutica esta al alcance de la población afectada. Existen diversos métodos objetivos y subjetivos para determinar de forma aproximada el adecuado funcionamiento del dispositivo dentro de la coclea.^{5, 6,7}

Dentro de los métodos objetivos, es decir, aquellos en los que no se requiere cooperación por parte del paciente para su obtención, se encuentran los estudios de Telemetría neural que consisten en el registro del funcionamiento de los distintos electrodos dentro de la coclea por medio de la estimulación eléctrica a través del mismo IC ⁸. Existen diferentes estudios por telemetría entre los cuales se encuentran la evaluación de impedancias de los electrodos, los reflejos estapediales y los potenciales eléctricamente evocados de acción compuesta (ECAP) ⁹. Otros estudios objetivos útiles en el monitoreo del funcionamiento del IC son el registro de potenciales auditivos de tallo cerebral (PAETC)¹⁰, y de potenciales auditivos evocados de latencia media (PAELM). ^{8,11,12} En general todos estos métodos tienen la desventaja de ser incapaces de valorar el umbral auditivo por frecuencia en pacientes postimplantados, además de las limitaciones propias de cada uno de los estudios neurofisiológicos al evaluar pacientes pediátricos por la falta de madurez de las vías auditivas, y las variaciones de resultados que existen según el estado de alerta en el que se realice la prueba.¹³

Dentro de los métodos subjetivos, el más utilizado hoy en día es la obtención de una audiometría de campo libre con el IC y su procesador funcionando. Este estudio consiste en la detección del umbral auditivo a través de la estimulación del IC encendido por medio de una

bocina que emite tonos puros a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. Con el paciente alerta, se le pide que identifique los distintos tonos que se envían a través de la bocina a diferentes intensidades (dB) en una cámara sonoamortiguada. Una vez identificada la intensidad mínima a la que se detecta el sonido, se registra en una audiometría. La audiometría de campo libre, a pesar de ser un método que permite obtener un umbral auditivo por frecuencia, tiene algunas limitantes. La principal es la confiabilidad, ya que los pacientes implantados, tanto prelinguales como postlinguales, tienen una percepción distinta del sonido con respecto a los normo oyentes, ya que las características de este son completamente distintas, y por lo tanto, la detección de tonos puros es confusa y en ocasiones indeterminable por el paciente evaluado. Además, las características propias de la población pediátrica hacen que esta prueba conductual sea poco reproducible y en algunos casos imposible de realizar.³

Ante tal inquietud el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas (INER-ICV) en conjunto con la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) han trabajado en un método objetivo para poder evaluar la ganancia auditiva de los electrodos dentro de la cóclea. Este sistema consiste en determinar, con el paciente en sueño fisiológico, el umbral auditivo por frecuencia mediante la detección de cambios en ciertas ondas del Electroencefalograma (EEG) como resultado de la estimulación del IC a través de la emisión de tonos puros a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. Dichos tonos son enviados a través de una bocina a diferentes intensidades, y los estímulos son captados por el IC y el procesador encendido, de forma similar a la realizada por medio de la audiometría de campo libre. Este sistema nos permitirá determinar cual es la respuesta del nervio auditivo en cada una de las frecuencias de la audiometría por medio de los electrodos que manejan las frecuencias audibles que el paciente tiene útil en la cóclea, y así poder determinar una medición directamente de estos, similar a la obtenida por campo libre, con la confiabilidad de que es objetiva. Este trabajo tiene el fin de comparar esta audiometría con la obtenida con el método convencional conductual por campo libre, y de esta forma validar los resultados obtenidos con este método.

II. JUSTIFICACIÓN

En el INER-ICV existe un gran número de pacientes postoperados de colocación de IC, de los cuales el 76% son niños. Se ha visto que la evaluación del funcionamiento del implante, así como la ganancia auditiva respecto a cada frecuencia es difícil, ya a que la audiometría de campo libre es un método con variaciones importantes por falta de cooperación de los pacientes pediátricos. Este estudio permitirá determinar la confiabilidad de un método objetivo el cual no requiere ningún tipo de cooperación por parte de los individuos evaluados y que podría aplicarse en un futuro a todos los pacientes postimplantados para la determinación específica de la audición del paciente por frecuencias. Esto servirá para un mejor ajuste del dispositivo y por ende un desempeño óptimo del equipo en cada paciente, trayendo consigo un mejor desarrollo auditivo del postoperado.

III. HIPOTESIS

HIPÓTESIS NULA

Al valorar el resultado audiológico en pacientes con IC, existe una correlación entre las audiometrías obtenidas por el registro de potenciales auditivos eléctricos en el EEG (método objetivo) y el mapeo obtenido por audiometría de campo libre (método subjetivo).

HIPOTESIS ALTERNA

Al valorar el resultado audiológico en pacientes con IC, no existe una correlación entre las audiometrías obtenidas por el registro de potenciales auditivos eléctricos en el EEG (método objetivo) y el mapeo obtenido por audiometría de campo libre (método subjetivo).

IV. OBJETIVO

Determinar si existe correlación al comparar la audiometría obtenida por el método objetivo, con respecto al obtenido por el método subjetivo en pacientes postoperados de colocación implante coclear.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

El estudio corresponde a una investigación clínica, estudio observacional, descriptivo, transversal y retrolectivo.

METODOLOGÍA

Muestra

Población Objetivo: Pacientes con Diagnóstico de hipoacusia sensorineural profunda bilateral los cuales hayan sido operados de colocación de implante coclear en el INER-ICV.

Población Elegible: Pacientes postoperados que cuenten con estudio de audiometría de campo libre y a los cuales se les haya realizado además la prueba objetiva descrita de mapeo por registro de potenciales eléctricos en el EEG.

Criterios de Inclusión

- Pacientes con diagnóstico de hipoacusia sensorineural profunda bilateral.
- Pacientes postoperados de colocación de implante coclear.
- Pacientes que hayan acudido a sus citas posteriores para la programación postoperatoria del implante.
- Pacientes que cuenten con estudios subjetivo y objetivo descritos previamente.

Criterios de Exclusión

- Pacientes a los cuales se les haya realizado algún cambio en la programación del implante coclear entre cada uno de los estudios a comparar.
- Pacientes que tengan alguna falla técnica en el equipo entre cada una de las mediciones.
- Pacientes que se hayan realizado cualquiera de sus estudios fuera de las instituciones ya mencionadas.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se valoraron 26 pacientes. a los cuales se les realizó una audiometría por el método convencional de campo libre y una audiometría por medio del registro potenciales eléctricos a través del EEG en sueño fisiológico. En 5 pacientes se realizaron nuevamente mediciones posterior a cambio en la programación de su implante.

Audiometría de campo libre

A estos pacientes se les realizó audiometría de campo libre con un audiómetro Interacustics® AC-40, el cual es calibrado cada mes por medio de un sonómetro para la emisión adecuada de tonos puros. Dicho estudio se realizó en a una cámara sonoamortiguada a una distancia de 1 metro de la bocina, determinando el grado de umbral auditivo en cada frecuencia del audiómetro. Las frecuencias evaluadas fueron 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.

Registro de potenciales auditivos eléctricos por EEG

A los mismos pacientes se les realizó el registro de potenciales auditivos eléctricos de la siguiente forma:

- Con el paciente en sueño fisiológico, el implante coclear encendido, y en una cámara sonoamortiguada, se enviaron estímulos a los electrodos intracocleares a través de sonidos puros de las frecuencias de 250, 500, 1000, 1500, 2000 y 4000 hz, dBHL pipa calibrada del tono.
- Dichos estímulos se enviaron a través de una bocina colocada a una distancia de 2 metros. Para la generación de los estímulos y la adquisición de los registros electrofisiológicos se utilizaron el sistema Stim y el sistema de Synamp de Neuroscan junto con un audiómetro clínico de Interacoustics AC-40.
- El registro se hizo por medio de electrodos colocados en el cuero cabelludo de acuerdo a la técnica 10/20 para poder valorar la respuesta del nervio auditivo ante el estímulo enviado en cada frecuencia.
- La audiometría estimada del paciente fue basada en la identificación visual de la morfología de la señal eléctrica resultado de hacer un promedio de tiempo de las épocas de EEG trabada

con la presentación de los estímulos de los sonidos. En este estudio se determinó el umbral auditivo para cada frecuencia evaluada, identificando la mínima intensidad (expresada en decibeles (dB)), en la que se presentó una onda C en el trazó eléctrico.

Cálculo del PTA (promedio de tonos puros= de ambas audiometrías)

Se realizó un cálculo del PTA de cada audiometría en cada uno de los pacientes evaluados en cada una de las audiometrías obtenidas por ambos métodos. Esto se realizó tomando sólo las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, obteniéndose un promedio de los 3 valores expresados en decibeles (dB)

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variables independientes: Intensidad del umbral auditivo (dB) y Frecuencia valorada (Hz), sexo, edad del paciente al momento del implante, y tipo de implante coclear utilizado.

Umrales auditivos (dB) – Variable cuantitativa numérica continua

Frecuencia auditiva (Hz) – Variable numérica discreta

Sexo del paciente (masculino o femenino) – Variable cualitativa nominal dicotómica

Edad (años) – Variable cuantitativa numérica continua

Método de obtención de audiometría – Variable cualitativa nominal dicotómica (campo libre o estimada por potenciales auditivos eléctricos)

Tipo de implante utilizado – Variable cualitativa nominal politómica

ANALISIS ESTADÍSTICO

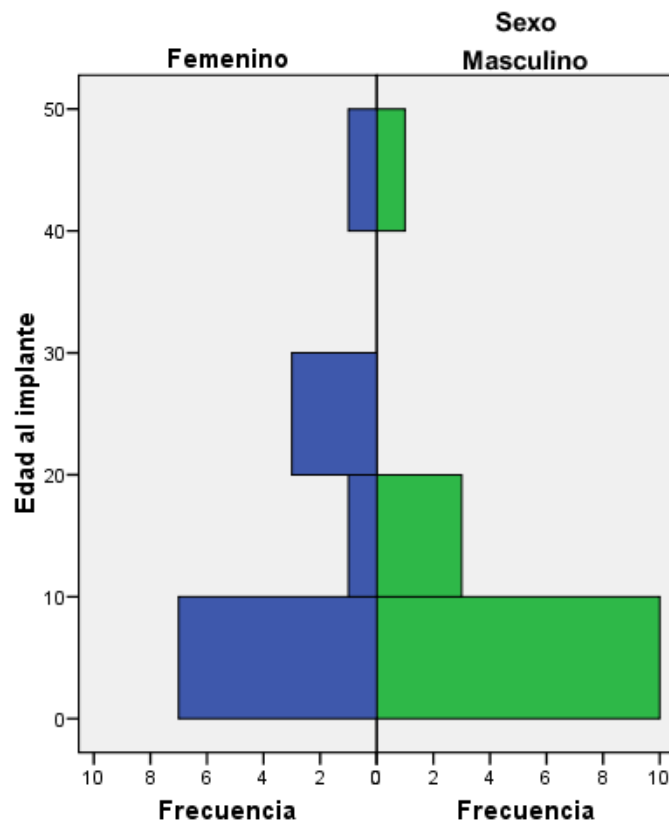
Se realizó un análisis univariado con promedios, desviación estándar y valores mínimos y máximos para aquellas variables con distribución normal, y mediana con rangos para aquellas variables con distribución no normal. Se aplicaron porcentajes, y realizaron gráficas de barras. Para valorar el grado de asociación entre la audiometría de campo libre y la audiometría por registro de potenciales eléctricos en el EEG, se utilizó la prueba de correlación de Pearson.

VI. RESULTADOS

Características de la Población

Se estudiaron 26 pacientes según los criterios de inclusión, de los cuales fueron 20 niños y 6 adultos.

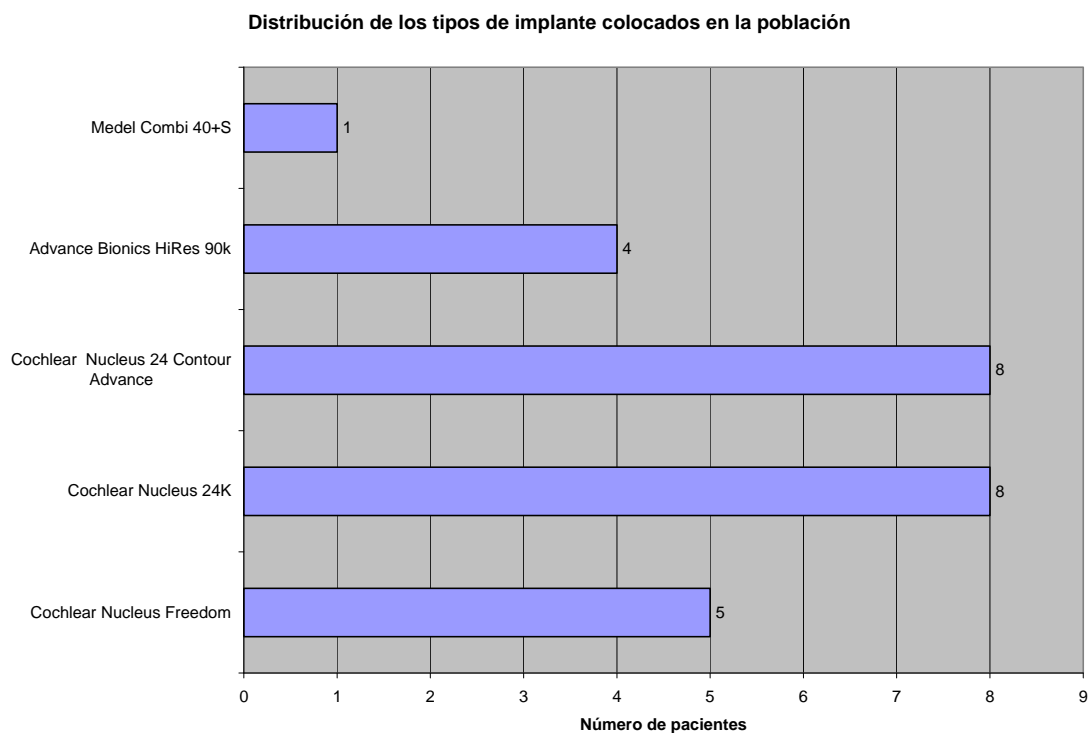
De la población estudiada, se encontró una distribución por sexo de 14 hombres que corresponde al (54%) (Grafica 2 en anexos). De los 26 pacientes 20 pacientes fueron niños (76.92%) y 6 adultos (23.1%) con un promedio de edad de 11.81 años, con una desviación estándar de 12.5, mínima de 1 año y máxima de 50 años. (Gráfica 3 en anexos)



Grafica 1. Relación de edad y sexo de pacientes implantados

De los 26 pacientes implantados, 23 pacientes fueron implantados en el oído derecho (88.5%) y 3 pacientes en el lado izquierdo (11.5%). (Grafica 4 en anexos).

Se colocaron Implantes cocleares de la marca Cochlear Corporación® en 21 pacientes. Además se implantaron 4 pacientes con el tipo Advance Bionics® y en 1 de ellos se colocó un implante marca Med-El ®. Los tipos de implante y su distribución se muestran en la siguiente gráfica.



Grafica 5. Distribución de los tipos de implantes colocados en la población estudiada.

Audiometrías por ambos métodos

De los 26 pacientes de la población estudiada, 5 de ellos cuentan con 2 audiometrías distintas por cada uno de los métodos, por lo tanto se obtuvieron un total de 31 mediciones. Cabe señalar que las segundas mediciones obtenidas en estos 5 pacientes se realizaron posterior al cambio en la programación del procesador, y por esta causa se pueden analizar 1 par de audiometrías con características distintas a la primera realizada.

Audiometría de campo libre

Los resultados de Audiometrías registradas por campo libre (método subjetivo) en las 31 mediciones son los siguientes:

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A1	25	30	20	25	20
A2	20	15	15	15	20
A3	35	25	20	15	20
A4	30	35	35	40	40
A5	10	15	15	20	20
A6	15	15	25	20	25
A7	20	15	15	20	15
A8	35	30	35	30	40
A9	15	20	20	15	15
A10	15	15	10	15	20
A11	30	40	35	50	40
A12	10	20	15	15	20
A13	15	20	20	25	30
A14	30	35	40	30	35
A15	30	30	25	20	30
A16	20	30	35	25	25
A17	25	20	25	20	20
A18	15	15	20	20	20
A19	25	20	20	30	30
A20	10	10	20	20	20
A21	20	20	15	20	15
A22	20	20	25	20	15
A23	20	15	20	30	40
A24	30	35	30	25	25
A25	20	30	35	20	20
A26	25	30	30	25	30
A27	30	30	25	25	25
A28	35	30	35	25	30
A29	25	25	25	25	35
A30	25	25	35	35	40
A31	20	20	20	15	20

Tabla 1. Audiometrías obtenidas por el método subjetivo expresados en decibeles (dB), a diferentes frecuencias en Hz y por orden de paciente (A).

Audiometría por registro de potenciales eléctricos por EEG

Los resultados de Audiometrías registradas de potenciales eléctricos por EEG (método objetivo) en las 31 mediciones son los siguientes:

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A1	30	30	30	35	30
A2	20	20	15	15	15
A3	40	30	30	30	40
A4	31	55	50	35	45
A5	20	30	30	35	30
A6	35	35	30	30	30
A7	35	25	20	15	20
A8	31	45	45	30	30
A9	25	35	30	30	30
A10	25	20	15	15	15
A11	31	50	50	60	60
A12	15	15	15	15	15
A13	30	35	40	30	30
A14	40	45	30	35	40
A15	40	30	40	35	40
A16	25	35	30	35	35
A17	30	30	30	30	30
A18	20	20	15	15	15
A19	20	25	25	45	45
A20	40	35	30	25	30
A21	31	20	15	15	15
A22	30	30	25	20	20
A23	35	30	25	45	40
A24	40	45	40	55	50
A25	40	25	15	15	15
A26	35	25	20	20	30
A27	25	20	10	25	25
A28	20	20	10	20	20
A29	40	35	40	50	55
A30	20	20	25	25	25
A31	30	30	30	50	60

Tabla 2. Audiometrías obtenidas por el método objetivo expresados en decibeles (dB), a diferentes frecuencias en Hz y por orden de paciente (A).

Correlación de datos entre ambos métodos

La correlación de datos obtenidos entre el método subjetivo y el método objetivo se muestran en las gráficas 6 a la 10 en los anexos. Los coeficientes de correlación obtenidos por el método de Pearson con nivel de significancia de $p < 0.5$ fueron de 0.28 para 250 Hz (Gráfica 6), 0.50 para 500 Hz (Gráfica 7), 0.36 para 1000 Hz (Gráfica 8), 0.51 para 2000 Hz (Gráfica 9), y 0.49 para 4000 Hz (Gráfica 10).

Se realizó además el cálculo del promedio de umbrales de tonos puros (PTA) en cada paciente por ambos métodos y se realizó la correlación por el método de Pearson obteniéndose un coeficiente de 0.55 (Gráfica 11)

VII. DISCUSIÒN

La audiometría de campo libre es, hasta ahora, el método de elección para valorar la audición en las distintas frecuencias del sonido en pacientes con auxiliares auditivos o con implantes cocleares. A pesar de ser el más utilizado, existen varias limitaciones para la obtención de umbrales confiables en pacientes adultos y principalmente pediátricos. Existen varios factores predictivos reportados en la literatura para la detección de una adecuada o inadecuada respuesta auditiva durante el examen. Las variaciones en la posición de la cabeza tienen influencia en la detección del umbral real con el uso del implante coclear. Además se requiere de gran cooperación por parte del paciente evaluado y por este motivo los niños están sujetos a ser erróneamente valorados. También existen variaciones importantes en la acústica de las cámaras y en la calibración de los equipos en donde se llevan a cabo estos estudios y esto influye en los resultados¹⁴. Debido a estos factores, es imperativo contar con un método objetivo que nos permita mejorar la calidad y reproducibilidad de la medición de la audición y sobre todo en la población pediátrica, ya que éste grupo etáreo constituye la mayoría de nuestro universo de estudio.

En nuestra propuesta de método, el registro de potenciales eléctricos a través de EEG, el paciente es evaluado en sueño fisiológico y con esto se reduce importantemente los factores de falta de cooperación y movimiento de la cabeza y por ende, se logra obtener umbrales auditivos más confiables.

Es importante mencionar que la valoración inicial de los pacientes postimplantados por medio de la audiometría de campo libre, fue difícil y en algunos casos carece de confiabilidad. El estudio por el método objetivo tiene la ventaja de tener poca variabilidad ya que la obtención de datos no depende del comportamiento del individuo y otros factores como la falta de comprensión en la evaluación, la cooperación del paciente pediátrico y el cambio de posición del evaluado durante el estudio. Una de las causas de variación en los resultados por medio del método objetivo incluye algunos de los factores mencionados para la audiometría de campo libre. Ambos estudios se realizan en una cámara sonoamortiguada la cual puede tener

variaciones en la acústica. Además los 2 métodos fueron realizados en cámaras distintas y con equipo de sonido diferente, lo cual puede modificar la correlación de los valores obtenidos.

En la actualidad contamos con varios métodos objetivos que permiten valorar el adecuado funcionamiento de los implantes cocleares. Los más utilizados son la telemetría neural, los potenciales eléctricamente evocados de tallo cerebral a través del mismo implante, y los potenciales eléctricamente evocados de latencia media también a través del mismo dispositivo. Éstos tienen la capacidad de registrar el funcionamiento de cada uno de los electrodos y la capacidad de estimular el nervio auditivo a diferentes niveles, sin embargo, ninguno permite establecer el umbral de audición real por frecuencia en nuestros pacientes postimplantados.^{8, 9, 10,11.} A diferencia de estos estudios la audiometría de campo libre es un método que permite alcanzar este objetivo con los inconvenientes ya mencionados.

Al analizar la población en nuestro estudio, podemos decir que se trata de una muestra pequeña ($n = 26$). La relación masculino:femenino que es prácticamente de 1, nos muestra la relación real que existe de pacientes postimplantados en México y en el mundo.¹⁵ También contamos con un porcentaje mayor de niños implantados en comparación con los adultos lo cual refleja la relación de pacientes implantados en nuestro instituto.

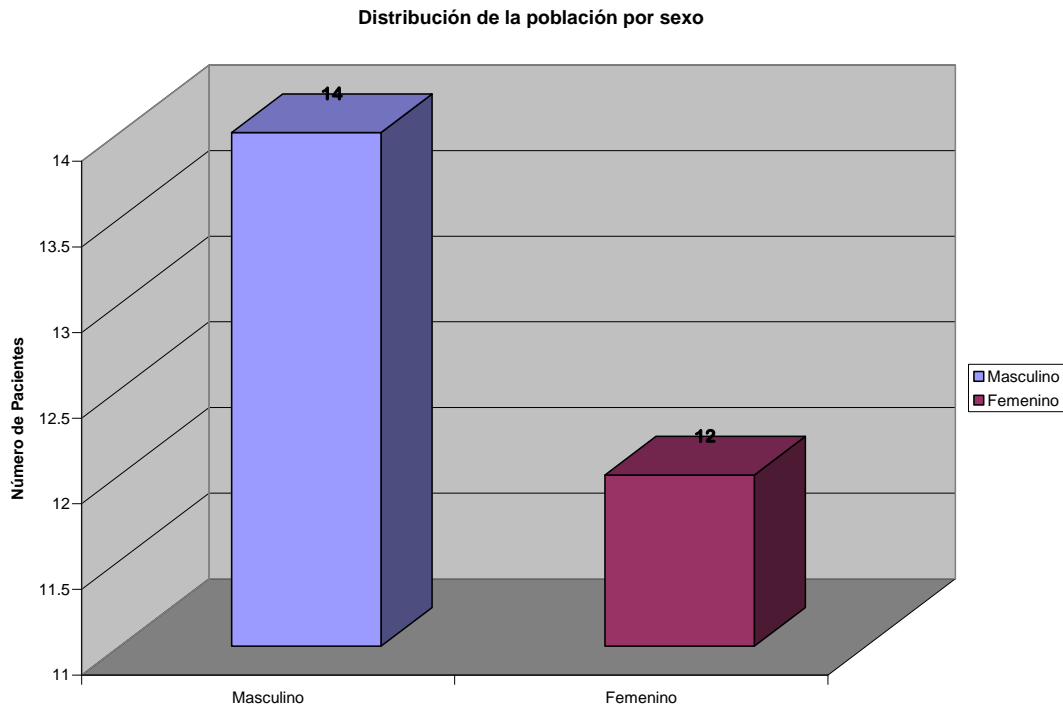
Al realizar la correlación de resultados de las audiometrías obtenidas por cada uno de los métodos (el tradicional subjetivo y el método objetivo) podemos observar que existen diferentes grados de correlación dependiendo de la frecuencia valorada; no obstante, en ninguna frecuencia se logró obtener un valor mayor de 0.75, por lo cual nos orienta que ambos métodos difieren significativamente entre si. Sin embargo esta falta de correlación entre ambos métodos no necesariamente implica el que nuestro nuevo método sea un instrumento menos sensible o específico (pruebas que determinaremos en una segunda etapa) debido a que en nuestro análisis estadístico no pudimos determinar la tendencia específica de cada estudio por el número pequeño de la muestra que nos obligó a utilizar pruebas de significancia de dos colas (I.C. al 95%), sin poder inclinar los resultados hacia una de las pruebas (prueba de significancia a una cola con (I.C. al 99%).

Nuestro estudio tiene una gran aportación en el campo de los implantes cocleares ya que es el primero y único en poder valorar la audición frecuencial de los pacientes postimplantados de forma objetiva. La determinación de la audición a través del registro de estos potenciales nos permite, no sólo establecer que el implante coclear se encuentra funcionando en forma adecuada, sino que puede determinarse la audición real del paciente con los sonidos con los que tiene contacto día con día en el medio ambiente. Podemos proponer que este nuevo método puede ofrecer umbrales reales de audición y que sea superior a los métodos convencionales, sin embargo el presente estudio no puede comprobarlo. Para determinar estadísticamente el impacto de este estudio en la rehabilitación auditiva de pacientes con hipoacusia sensorineural profunda bilateral postimplantados, es necesario reunir un mayor número de muestra, y estandarizar los valores de los potenciales en la población pediátrica y adulta mexicana en pacientes normoacústicos. También es necesario estudiar estos pacientes por ambos métodos en la misma cámara sonoamortiguada y con el mismo equipo (audiómetro), el cual pueda emitir tonos idénticos a través del mismo equipo de sonido y con las bocinas colocadas exactamente a la misma distancia y en la misma posición, rompiendo así la variabilidad en la calibración de ambos estimuladores. De ser así, es posible obtener resultados más fidedignos sobre la audición real de esta población, y de esta forma, ofrecer mejores estrategias de programación, mejorando el desempeño del implante con el impacto positivo sobre la rehabilitación auditivo-verbal y el pronóstico funcional los pacientes con un implante coclear.

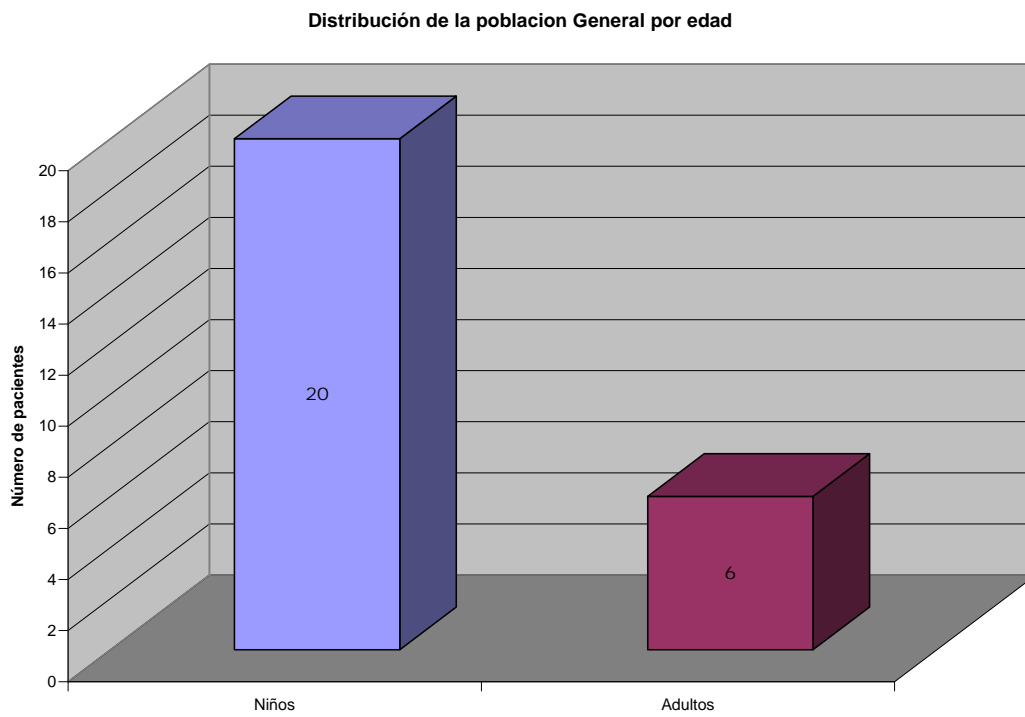
VIII. CONCLUSION

Poder establecer la audición real de los pacientes tratados con la colocación de un implante coclear continua siendo un reto para el otorrinolaringólogo y el médico audiólogo. El método conductual de obtención de una audiometría por campo libre, hasta hoy, sigue siendo el estándar de oro para valorar el umbral auditivo por frecuencia en estos pacientes. Se requieren de más estudios para poder establecer la validez de este nuevo método, que en un futuro, podría sustituir la audiometría de campo libre.

IX. ANEXOS

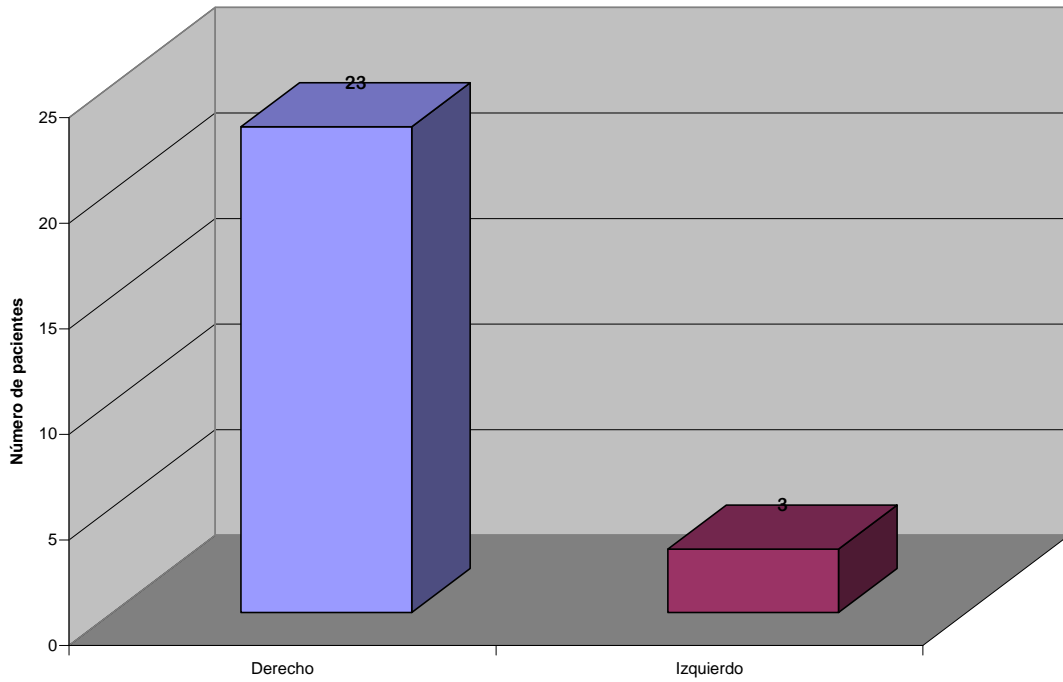


Gráfica 2. Distribución de la población por sexo



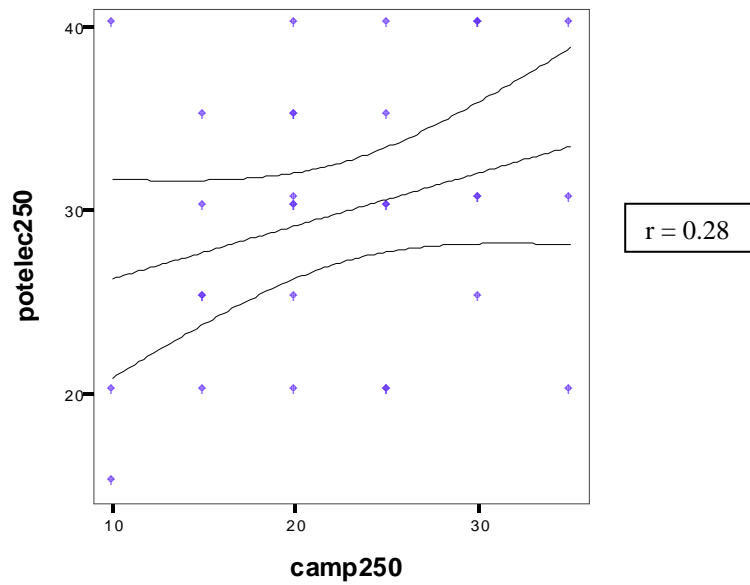
Gráfica 3. Distribución General de la población por edad.

Distribución de la población por lado implantado

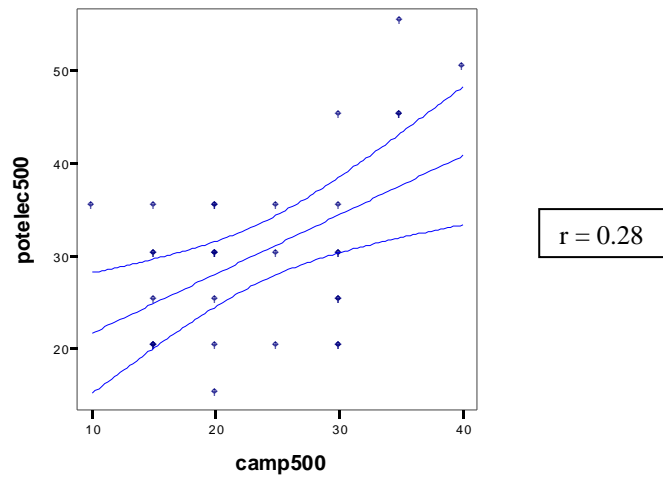


Grafica 4. Distribución de de pacientes por lado implantado

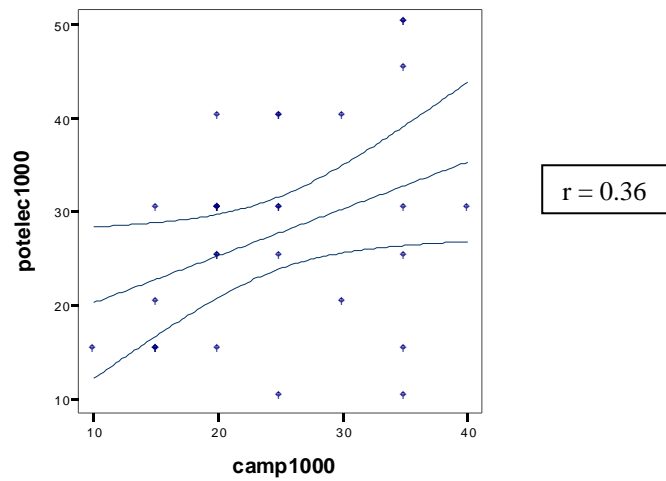
Correlación entre las Mediciones obtenidas en la Frecuencia de 250 Hz



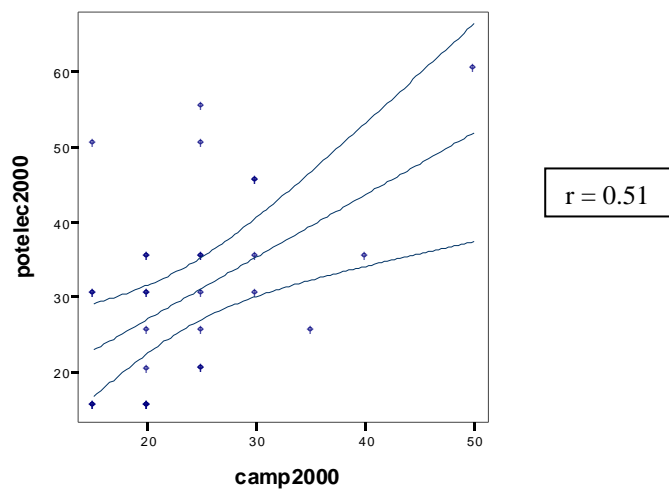
Grafica 6. Correlación de mediciones por ambos métodos en 250 Hz



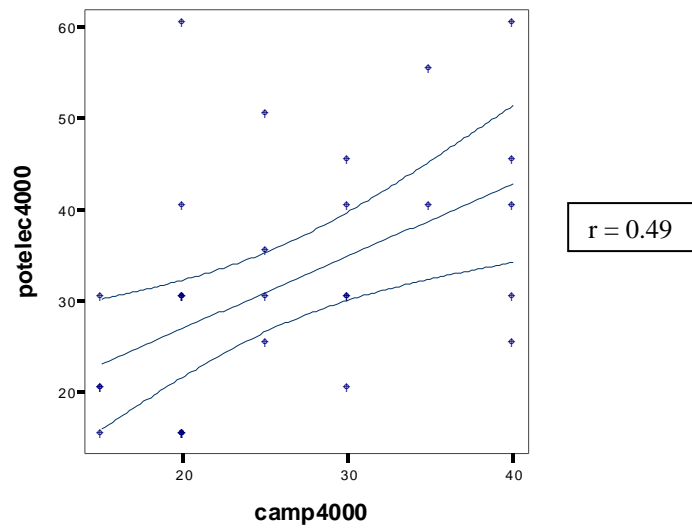
Grafica 7. Correlación de mediciones por ambos métodos en 500 Hz



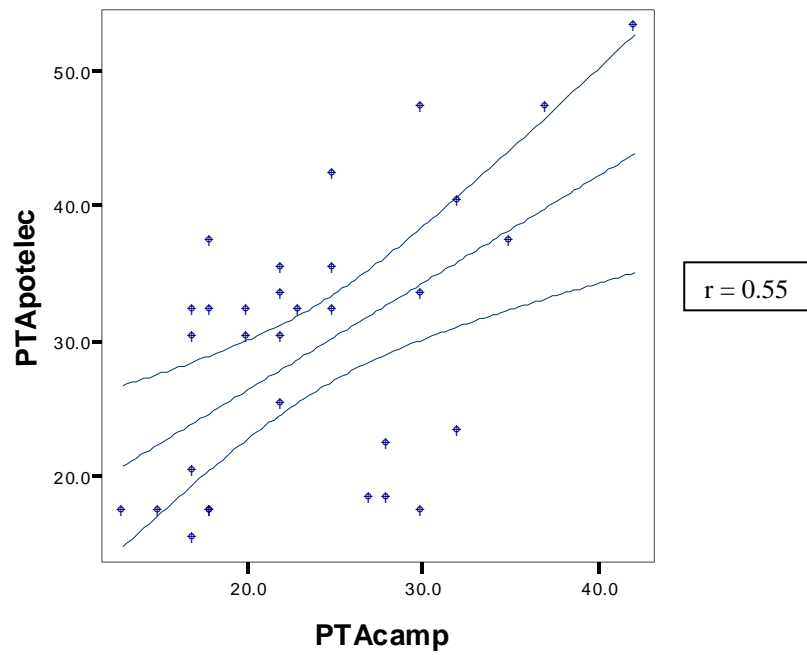
Grafica 8. Correlación de mediciones por ambos métodos en 1000 Hz



Grafica 9. Correlación de mediciones por ambos métodos en 2000 Hz



Grafica 10. Correlación de mediciones por ambos métodos en 4000 Hz



Grafica 10. Correlación de mediciones por ambos métodos tomando el PTA

X. BIBLIOGRAFIA

1. Zeng FG, Rebscher SJ, Harrison W, et al. Cochlear implants: System desing, integration and evaluation. IEEE Rev Biomed Eng., 1 (1): 115 – 142.
2. Olusanya B., Newborns at risk of sensorineural hearing loss in low-income countries. Archives of Disease in Childhood, 94 (3), pp 227 – 230.
3. Briggs RJ, Eder HC, Seligman PM, et al, Initial clinical experience with a totally implantable cochlear implant research device. Otol. Neurotol 29 (2): pp 114-119.
4. Rance G, Brker EJ, Speech perception in children with auditory neuropathy/dyssynchrony managed with either hearing aids or cochlear implants. Otol Neurotol, 29 (2): pp.179 – 182.
5. Kileny P.R., Use of Electrophysiologic Measures in the Management of Children with Cochlear implants: Brainstem, Middle Latency, and Cognitive P300 Responses, The American journal of Otology, 1991, 12 (supl), pp 37- 42.
6. Brown C., Etlar C., He S., et al, The Electrically Evoked Auditory Change Complex: Preliminary Results from Nucleus Cochlear Implant Users, Ear and Hearing, 2008, 29 (5), pp 704- 717.
7. Klinke R., Hartmann R., Basic Neurophysiology of Cochlear-Implants, The American Journal of Otology, 1997, 18 (6) supl., pp S7- S10.
8. Shallop J., Beiter A., Goin D., et al, Electrically Evoked Auditory Brain Stem Responses and Middle latency Responses obtained from Patients with the Nucleus Multichannel Cochlear Implant, Ear and Hearing, 1990, 11(1), pp 5- 15.
9. Holstad B., Sonneveldt V., et al., Fears B., Relation of Elecrically Evoked Compound Action Potential Thresholds to Behavioral T- and C-Levels in Children with Cochlear Implants, Ear and Hearing, 2009, 30, pp. 115- 127.
10. Cone-Wesson B., Wunderlich J., Auditory evoked potentials from the cortex: audiology applications, Curr Opinion in otolaryngology and Head Neck Surgery, 2003, 11: pp 372- 377.
11. Fifer R., Sierra-Irizarry B., Clinical Aplicacions of the Auditory Middle Latency Response, The American Journal of Otology, 1988, 9 (supl), pp 47- 56.
12. Musiek F., Geurkink N., Weider D., et al, Past, Present, and Future Applications of the Auditory Middle Latency Response, Laryngoscope, 1984, 94, pp 1545- 1553.

13. Papsin B., Gordon K., Cochlear Implants for Children with Severe-to-Profound Hearing Loss, The New England Journal of Medicine, 2007, 357, 2380- 2387.
14. Walker G., Dillion H., Byrne D., Sound Field Audiometry: Recommended Stimuli and Procedures, Ear and Hearing, 1984, No.1, Vol 5, pp. 13 – 21.
15. Chapman C., Robyn J. Cochlear implants, Ear & Hearing. 2008, 29 (3), pp 477 – 478.